第 41 卷 增刊
1998 年 9 月

昆 虫 学 报
ACTA ENTOMOLOGICA SINICA

Vol. 41, Suppl.
Sept., 1998

农作物重大害虫发生规律研究与“九五”趋势分析

胡伯海
（全国农业技术推广服务中心，北京 100026）
沈佐锐
（中国农业大学，北京 100094）

摘要 考查我国农作物重大害虫历史发生状况，研究粘虫 *Mythimna separata* Walker、稻飞虱 *Nilaparvata lugens* Stål、稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis* Guenèe、二化螟 *Chilo suppressalis* Walker、三化螟 *Tryporyza incertulas* Walker、麦蚜 *Schizaphis graminum* Rondani、玉米螟 *Ostrinia furnacalis* Guenèe、棉铃虫 *Helicoverpar armigera*（Hübner）等害虫的长期发生规律，初步发现粘虫、二化螟、稻飞虱、稻纵卷叶螟、玉米螟等长期变化有约 16 年周期现象，稻飞虱、三化螟有 12 年左右周期性规律，二化螟、稻纵卷叶螟、麦蚜、棉铃虫等发生周期约 11 年。根据害虫规律性作出“九五”期间发展趋势预测。

关键词 害虫，规律，时间序列，预测

许多种类害虫的生命周期（卵、幼虫、蛹、成虫）和年发生周期（发生代数）表现了害虫发生的当代和当年变化规律[1]，要发展害虫综合治理和研究更有效的生态控制对策，研究害虫的长期运动规律[2,3]和预测较远未来的害虫发生趋势具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 几种害虫历史资料的系统整理

在粘虫 *Mythimna separata* Walker、稻飞虱 *Nilaparvata lugens* Stål、稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis* Guenee、二化螟 *Chilo suppressalis* Walker、三化螟 *Tryporyza incertulas* Walker、麦长管蚜 *Schizaphis graminum* Rondani、亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* Guenee、棉铃虫 *Helicoverpa armigera*（Hübner）等害虫近 20 年监测资料的基础上[3]，通过文献查询、档案整理、专家咨询等，补充约 20 年历史数据，对其中仍未完整的数据序列，经插值法、平滑技术和回归回代，取得模拟值予以填充，进一步规整其历年发生状况，构成害虫发生面积、发生程度、发生数量的完整数据时间序列。

1998-03-26 收稿，1998-07-09 收修改稿

1.2 研究方法

采用季节水平、交乘、迭加等周期时间序列分析[4,5]，方差外推分析，马尔科夫链和改进的特尔菲等方法，确定模型的各个参数，如周期数、时段长度、时间序列起点等，并逐一分析害虫的历史数据，通过相关系数、拟合率、拟合误差、试测准确率、生物学意义、数学合理性等指标，综合评判害虫历史变化特征，分析其发生规律，构造并筛选最优模型。根据所建立模型预测害虫未来发生面积、发生程度、为害损失等，以考查预测准确率。通过对周期水平、周期交乘、周期迭加等方法的改进，采取最小二乘原理自动筛选拟合误差最小的建模参数等综合评判后，做出发生趋势预测，经反复测试和验证及 5 年实践检验，逐步修正预测模型，以提高准确性。

在实际分析工作中，面对大量的昆虫种群消长资料，进行时间序列统计分析建立模型之前，还要对原始时间序列数据进行基本统计参数计算、数据特性正态性检验、独立性检验、非平稳趋势检验等。以确保时间序列数据的有效性。

2 结果分析

2.1 研究结果

通过对多种害虫几十年历史资料的分析，研究粘虫、稻飞虱、稻纵卷叶螟、麦蚜、玉米螟、棉铃虫等害虫的长期运动规律，初步发现粘虫[1]、二化螟、稻飞虱、稻纵卷叶螟[6,7]、玉米螟等长期变化规律有约 16 年周期现象，稻飞虱、三化螟有 12 年左右周期性规律，二化螟、稻纵卷叶螟、麦蚜、棉铃虫等发生周期约 11 年。

2.1.1 粘虫的长期运动规律周期现象：通过对我国 40 多年来粘虫在一、二、三代区的发生程度、发生面积的分析，初步得出如下结果：① 粘虫发生的长期变化规律有周期现象。越冬代粘虫发生程度约 15～16 年出现一次长周期现象，在每个周期中，属于中等发生 5～6 年，属于偏重发生的 8～9 年，余下为偏轻发生年，粘虫的长期变化过程中出现 3 个长周期，即 1965 年以前、1965～1981 年及 1982～1994 年。一代粘虫发生程度和发生面积变化的周期现象较明显，约 16 年出现一长周期，每个周期中属中等发生的约 5 年，属于偏重发生的 6～7 年，3～5 年为偏轻发生。已观察到两个周期有余。二、三代粘虫呈 16 年左右周期现象，50 年代至今，未形成三个全周期，每周期中等发生年份 3～4 年，有 8～9 年为较重发生，余下发生偏轻。② 粘虫长期运动规律的 16 年长周期中有 6 年的短周期。对粘虫发生历史数据分段处理的结果表明，在粘虫长期运动规律 16 年左右的长周期过程中，有 6 年左右的短周期。③ 周期长度在有关因素的影响下会变化。经多次重复试验证明，粘虫的周期在不同的时间段有变化。70 年代中期以前，短周期长为 6 年，70 年代中期以后，短周期延长为 6～8 年左右，70 年代中期以来，中长周期为 15 年，70 年代中期以后，中长周期长为 16 年左右。目前粘虫发生的变化趋势已从低谷阶段开始转入回升。

2.1.2 稻飞虱长期运动规律：据季节水平、季节交乘、季节迭加、方差外推、马尔科夫链等方法对几十年全国稻飞虱发生面积、发生程度、为害损失等的数据分析结果，初

步发现，稻飞虱的长期运动规律中发生程度有8年周期现象、发生面积有12年周期现象，长周期约16年，70年代以来，严重发生年份之间一般相隔2～3年时间。

2.1.3 稻纵卷叶螟长期运动规律：对稻纵卷叶螟长期运动规律研究，初步发现其与稻飞虱的发生程度和发生面积消长有某种同步现象，但其周期运动规律以11年周期性表现有较好的相关性、拟合度，长周期16年左右。

2.1.4 水稻二化螟虫发生规律：经对水稻二化螟多年变化的研究发现，其发生面积和发生程度有较明显的11年周期发生规律，此外还有16年左右的长周期。

2.1.5 水稻三化螟虫发生规律：三化螟在其长期运动过程中，有12年的周期性变化，长周期约18年。

2.1.6 麦蚜发生的长期运动规律：对麦蚜几十年的发生面积和发生程度变化研究分析，其规律性变化比较明显，约11年出现一次周期现象。

2.1.7 玉米螟的发生规律：玉米螟发生的长期运动过程中，有16年左右的周期规律，其中又有8年短周期。

2.1.8 棉铃虫发生规律：通过棉铃虫发生面积历年增减变化的分析，以3、5、7、8、9、10、11、12、15、18年周期测试，11年周期的均方拟合误差之和最小，其次为18年周期均方拟合误差之和较小，对棉铃虫全年发生程度的分析，也以11年周期的均方拟合误差之和最小，其次为18年周期均方拟合误差之和较小。

对二代棉铃虫发生程度的分析，测试5、7、9、10、11、12、15年周期，均方拟合误差之和分别为-76.7、-79.5、-76.1、-75.7、-82.4、-92.6、-85.0、-79.5，可明显看出11年周期的均方拟合误差之和最小。

对三代棉铃虫发生程度的分析，测试5、7、8、9、10、11、12、15年周期，也以11年周期的均方拟合误差之和最小。而其他测试周期拟合效果较差。

全国范围棉铃虫总体发生面积、发生程度每11年左右出现周期性变化，在每个周期中，持续3～5年较严重发生，如1953～1955年，1964～1967年，1970～1974年，1977～1979年，1986～1989年，1992～1995年，连续较严重发生棉铃虫为害。

二代棉铃虫的发生程度周期现象也较明显，11年左右出现周期性变化现象，每个周期中属中等以上发生程度的有两个连续的时期，如1970～1974年间，连续3年二代棉铃虫大发生，有两年中等偏重发生；1977～1979年，二代棉铃虫发生较重，其中1978年大发生；1986～1989年间二代棉铃虫三次中等偏重发生；1992年以来二代棉铃虫两次大发生。三代棉铃虫的发生程度也有11年左右的周期性变化，每个周期中属中等以上发生程度有两个连续的时期，如1970～1973年间，连续3年大发生，1年中等偏重发生；1976～1978年，2年发生较重，1年大发生；80年代的三代棉铃虫发生相对较轻，但这个时期内对比，1982、1983年重于其它年份；1992年以来三代棉铃虫连续大发生。

2.2 影响害虫发生规律的因素分析

影响害虫发生的因素很多，如繁殖率、种群内禀增长力、抗药性、气候条件、耕作制度和作物布局、作物生产情况、天敌作用、防治策略及措施等。此外，分析害虫发生

规律，还应从宏观上对生物圈影响较大的光、水、热、能等方面予以探讨。

2.2.1 太阳黑子的11年周期与害虫的发生规律性：太阳黑子周期从极小值开始，国际规定1755年太阳黑子极小值为第一周期开始年，目前所处周期从1986年开始。太阳黑子的变化必然影响地球环境产生相应变化，会对害虫起作用，据对多种害虫的研究结果表明，棉铃虫、麦蚜、水稻二化螟、稻纵卷叶螟等害虫也存在11年周期现象。

2.2.2 干旱和适当高温气候条件有利害虫发生：我国较大范围的干旱年度间差异较大，棉铃虫、麦蚜等嗜旱喜热的害虫，严重发生年都出现在干旱频次（均值7.7次）高的年份，如1966年发生10次干旱，棉铃虫大发生，麦蚜偏重发生；1970—1972年发生干旱频次为8、9、10次，棉铃虫连续三年大发生；1978年大旱，棉铃虫大发生，麦蚜是5年里发生面积最大的一年；1982年旱灾面积率是此前十年里最高的年份，也是棉铃虫大发生年；1988、1989年旱灾偏重，棉铃虫、麦蚜发生也偏重；1992年是旱灾偏重年份，北方冬麦区上年秋冬连旱持续到当年7月上旬，黄淮海夏旱，南方伏秋连旱，棉铃虫、麦蚜发生严重。

2.2.3 温室效应，全球气候变暖，影响害虫发生趋重不下：研究表明[3]，70年代后大气中的二氧化碳含量急剧增加，形成温室效应。全球中纬度地区冬、夏季增温1.6～2.0℃2.4～2.8℃，且因增温后副热带北移而降水偏少，中纬度地区在增温2℃的情况下，地表蒸发能力增大20%左右，这就意味着我国的江淮北部、华北、西北等大部地区干旱化进程加速，春旱的发生几率增高且持续时间延长。如此气候变化，使害虫发育加速，发生代次增加，有利于害虫猖獗为害。

2.2.4 食物作为昆虫个体发育和种群增长的能量的变化影响发生规律：昆虫寄主作物是昆虫个体发育和种群增长的必要能量和营养来源，分析对多种害虫的研究结果，我们认为生态环境中农作物的变化对害虫的长期运动有很大影响，尤其是寄主作物品种、营养成分及含量、种植面积、布局、耕作制度的变化对害虫的变化规律影响作用大。据统计，我国粘虫越冬代发生区的广东、广西、福建和云南等省，从1971年到1980年这10年间，每年种植小麦面积都在100万公顷以上，其间我国一、二代区出现粘虫大发生的年份有6年，其中一代二代都大发生的有三年（1972、1975、1977年），一代中等偏重发生、二代大发生的年份有2年；只有2年（1974和1980年）发生程度稍轻。90年代以来华南小麦种植面积很小，我国粘虫发生一直较轻。可以认为，华南小麦种植面积在很大程度上影响粘虫发生规律。水稻品种、营养成分及含量、种值面积、布局、耕作制度的变化对稻飞虱、稻纵卷叶螟、二化螟、三化螟的发生规律影响很大。

2.3　“九五”期间主要害虫的发展趋势

根据几年来用多种方法对农作物重大害虫长期运动规律的研究结果，可以作出“九五”期间主要害虫的发展趋势预测。稻飞虱在今后5年仍将维持严重发生的趋势（图1，浅色柱和虚线部分（下同）），但轻于“八五”期间的大发生程度，出现1991年那样大面积发生严重为害的概率较小；水稻二化螟将为加重趋势（图1），发生程度比“八五”期间重，发生面积大于“八五”期间；水稻三化螟也将为加重趋势（图1），发生程度重于“八五”期间；稻纵卷叶螟属于逐渐加重的发生趋势（图1），将为中等至

中等偏重的程度。粘虫（图3）今后发生较轻，麦田粘虫发生面积将大于“八五”期间的发生面积，玉米田粘虫发生面积将接近“八五”期间的发生面积或略高；麦蚜在“九五”期间将为中等偏重发生趋势（图2），发生面积将逐年增加；玉米螟将维持较重发生程度（图4），但发生面积将较“八五”期间有所减少。棉铃虫“九五”期间为下降趋势（图5），发生程度将轻于“八五”时期，为中等至偏重发生趋势。

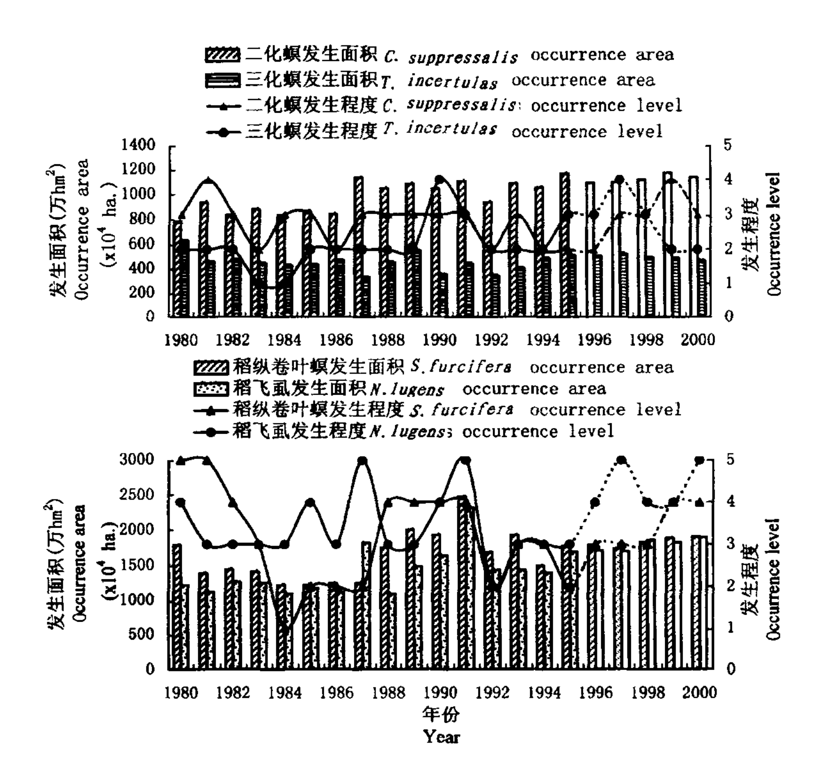


图1 “九五”期间水稻主要害虫发展趋势（虚线和空白柱为预测值，下同）



Fig. 1 Trend of main pests in rice in 1996～2000 year

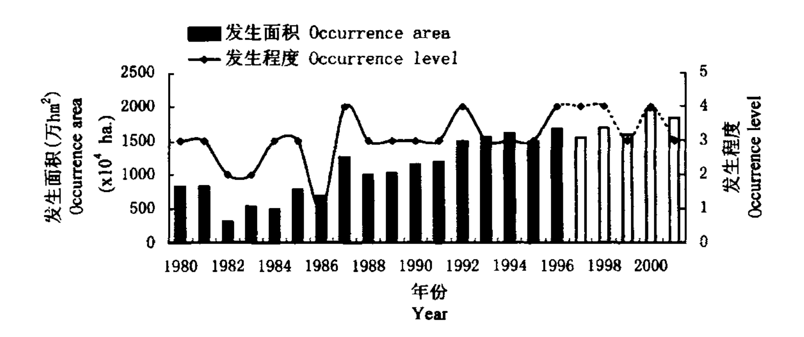


图2 “九五”期间小麦蚜虫发生趋势

Fig. 2 Trend of *Schizaphis graminum* Rondani in 1996～2000 year

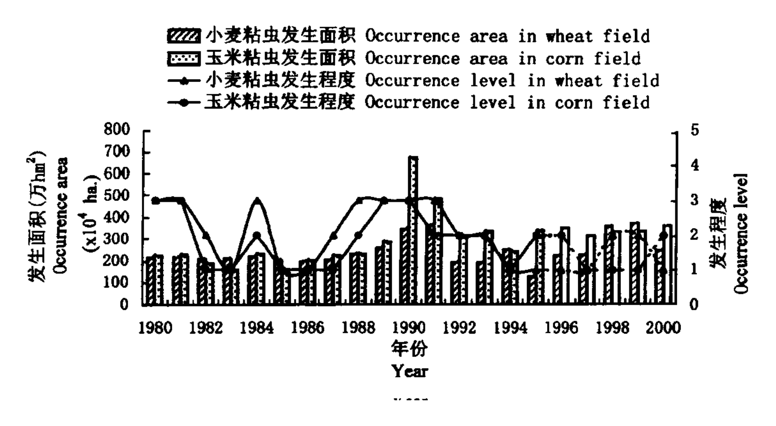


图 3　“九五”期间粘虫发生趋势

Fig. 3　Trend of *Mythimna separata* Walker in 1996～2000 year

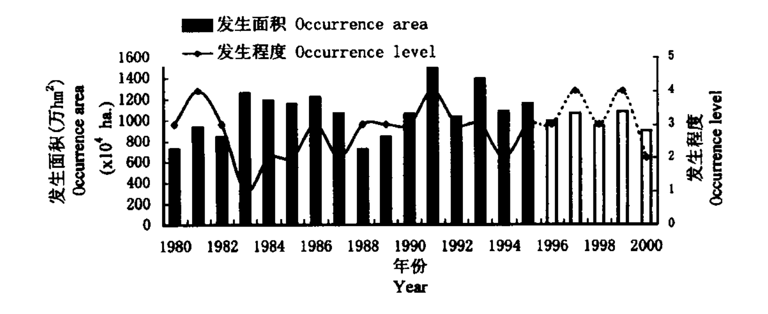


图 4　“九五”期间玉米螟发生趋势

Fig. 4　Trend of *Ostrinia furnacalis* Guenèe in 1996～2000 year

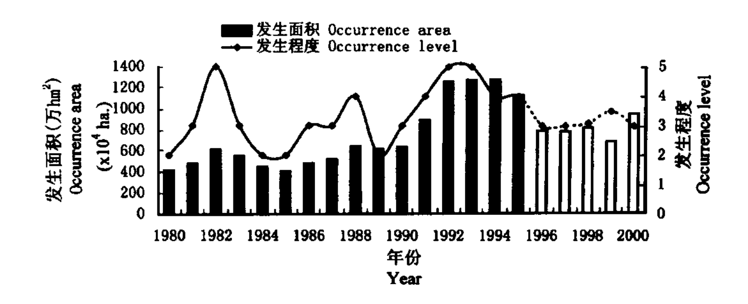


图 5　“九五”期间棉铃虫发生趋势

Fig. 5　Trend of *Helicoverpa armigera* (Hübner) in 1996～2000 year

3　讨论

农作物害虫综合治理（IPM）需要对害虫的长期发生规律有较多的了解，制定综合防治策略和组配防治措施应以害虫发展趋势的超长期预测为依据。经过近 10 年的研究，

认为季节水平、交乘、迭加等周期时间序列分析[4,5]和方差外推分析及马尔科夫链等方法可用于这方面的研究与应用，研究结果在1993年、1994年、1995年的超长期预测预报应用取得较好效果。由于害虫预测期限越长，其误差和风险性也越大，所以更需深入研究。

参 考 文 献

1 胡伯海等．粘虫的超长期预测与周期现象初析．病虫测报 1992，12 增刊

2 林昌善，胡伯海等．粘虫生理生态学．北京：北京大学出版社，1990

3 胡伯海等．我国农作物重大病虫发生态势分析．植保技术与推广，1994，14（3）

4 郑宗成，王振堂．实用预测方法 BASIC 程序库．广州：中山大学出版社，1985

5 安鸿志等．时间序列分析及其应用．北京：科学出版社，1983

6 汤金仪，胡伯海，王建强．我国水稻迁飞性害虫猖獗成因及其治理对策建议．生态学报 1996，16（2）：167～173

7 胡伯海，姜瑞中等．农作物病虫长期运动规律与预测．北京：中国农业出版社，1997

A STUDY ON REGULAR OCCURRENCE PATTERNS OF IMPORTANT INSCET PESTS OF CROPS AND ANALYSIS OF THEIR OCCURRING TRENDS IN 1996～2000

Hu Bohai

(National Agricultural Technical Extension and Service Center, Beijing 100026)

Shen Zorui

(China Agricultural University, Beijing 100094)

Abstract Having studied on long-term regular occurrence patterns of main insect pests on crops such as *Mythimna separata* Walker, *Nilaparvata lugens* Stål, *Cnaphalocrocis medinalis* Guenèe, *Chilo suppressalis* Walker, *Tryporyza incertulas* Walker, *Schizaphis graminum* Rondani, *Ostrinia furnacalis* Guenèe and *Helicoverpar armiger*a Hübner etc., it was discovered that the periodicity of pest occurrence for *M. separata*, *C. suppressalis*, *N. lugens*, *C. medinalis* and *O. furnacalis* was 16 years approximately. A periodicity of about 12 years also occurred in *N. lugens*, *T. incertulus*. An approximately 11 years periodicity for *C. suppressalis*, *C. medinalis*, *S. graminum* and *H. armigera* was found. A forecast of the trend of the pests for 1996～2000 years is presented.

Key words forecast, insect pest, statistics